



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

EFEKTIVITAS BACILLUS SUBTILIS DALAM FORMULA TEPUNG YANG DISIMPAN PADA WAKTU BERBEDA DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT LAYU STEWART PADA TANAMAN JAGUNG (ZEA MAYS L) DI LAPANGAN

SKRIPSI



RANO SUGITO
0810212139

FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015

**EFEKTIVITAS *Bacillus subtilis* DALAM FORMULA TEPUNG
YANG DISIMPAN PADA WAKTU BERBEDA DALAM
MENGENDALIKAN PENYAKIT LAYU STEWART PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAPANGAN**

OLEH

RANO SUGITO

0810212139

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pertanian**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**EFEKTIVITAS *Bacillus subtilis* DALAM FORMULA TEPUNG
YANG DISIMPAN PADA WAKTU BERBEDA DALAM
MENGENDALIKAN PENYAKIT LAYU STEWART PADA
TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAPANGAN**

SKRIPSI

OLEH

RANO SUGITO

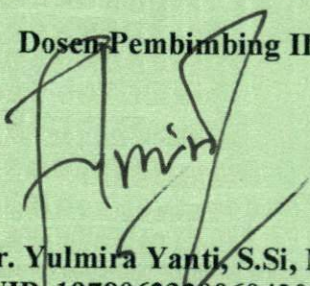
0810212139

MENYETUJUI :

Dosen Pembimbing I


(Dr. Ir. Ujang Khairul, MP)
NIP. 196707271992031003

Dosen Pembimbing II

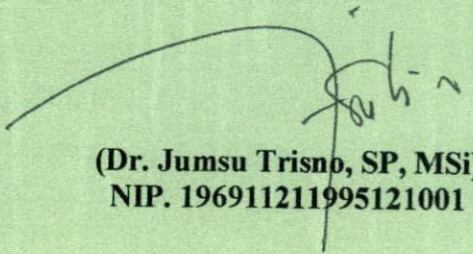

(Dr. Yulmira Yanti, S.Si, MP)
NIP. 197806232006042002

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**


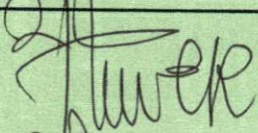
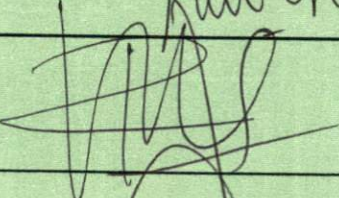

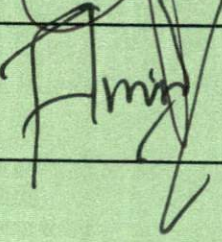


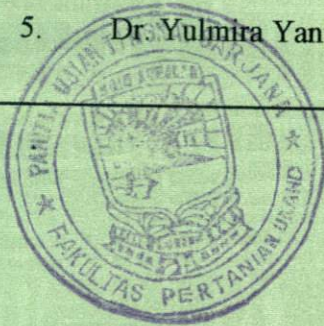
(Prof. Ir. Ardi, MSc)
NIP. 195312161980031004

**Ketua Program Studi Agroekoteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Andalas**


(Dr. Jumsu Trisno, SP, MSi)
NIP. 196911211995121001

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Andalas, pada tanggal 4 Februari 2015

No	NAMA	TANDA TANGAN	JABATAN
1.	Dr. Ir. Nurbailis, MS		Ketua
2.	Dr. Haliatur Rahma, S.Si., MP		Sekretaris
3.	Ir. Martinius, MS		Anggota
4.	Dr. Ir. Ujang Khairul, MP		Anggota
5.	Dr. Yulmira Yanti, S.Si, MP		Anggota



Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih dan Penyayang.

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan"

"Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain"

Maha benar Allah dengan segala firman-Nya

(QS : Asy-Syarh : 5,6,dan 7)

"Tdk ada kata yang lebih istimewa dari ucapan terimakasih dan Alhamdulillah"

Syukur Alhamdulillah karya kecil ini tercipta...

Semoga dengan dibacanya karya ini, bertambah pula pahala dan kebaikan dari Allah SWT untuk semua orang yang terlibat dalam penyelesaian karya ini, Amien.....

Terimakasih Ya Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Mu, dan menjadi hamba-Mu yang selalu bersyukur....

Kupersembahkan karya kecil ini kepada kedua orangtuaku tercinta Ayahanda Asril dan ibunda Syamsidar. Karna do'a, pengorbanan dan kasih sayang yang tiada henti sehingga ananda bisa menjunjung gelar Sarjana Pertanian, gelar yang dari dulu kita dambakan, wajah mu letih walau mulut mu tak berkata, tpi ini bukan akhir dari Perjuangan. Terimakasih byk buat Unang, Da Ujang, Da Iwan, Da Ito dan keluarga yang selalu memberi semangat dalam pencapaian studi ini...

Terimakasih Bpk.Dr.Ir.Ujang Khairul,MP dan Ibu Dr.Yulmira Yanti,S.Si,MP yang telah banyak membimbing, memberi petunjuk, saran dan pengarahan dari kuliah, penyusunan proposal sampai penyusunan skripsi. Secara tidak langsung memberikan arti kesabaran dan makna perjuangan, mudah2an ilmu yang Bapak Ibu berikan bermanfaat untuk rano nantinya, Amienn.

Ucapan terimakasih buat Keluarga besar IMAPES Unand, dan IMASTA Pdg tercinta, senior ku serta sahabat-sahabatku.

Terimakasih buat sahabat seperjuangan ku di Prodi AgET (Keluarga Besar AgET 08), Senior HPT ku dan adik-adik AgET 09, 10, 11, 12, HIMAgRETA dan PPC ku tercinta. Salam Satu AgET. Satu Keluarga, Keluarga yg Satu, AgET yg Maju dan Padu.....

Buat sabahat ku dikos Andrea Syahputra ST, Ghandi Ferdana Mulia ST, Piko Afrial SP, Renold Desvandra SP, Roji Andriadi SP, Gema Ihromi SP, Yonovrianto SP, & Marco Fendi SE tetap satu dalam ucapan.

Terimakasih byk buat Sri hadianita SP, Cahaya ritonga SP, Muhammad rizky SP, bg Agung SP, Joni akbar SP, snk Obel SP, snk Made Vasek Wijaya SP, sdr ikhsan kader SP,MP, Fajri Ananta Yuda SP,MP, Ns.Roki Adinata S,kep, Imelda SP, buk dani SP, buk eljihan SP, desrianto SP, Imam Andiko SP, kak Nora, bg efel, bg Ade, kak very, kak rahel, via, bg pengky cv. dhuva, Dewi dan Tita ttap smngat dlm Penelitian, skripsi dan smoga cepat mnyusul. Terimakasih juga buat Amak, Bpk Ihsan, buk Dar, buk Desi, buk Ita, buk Yar (Kel yg di Kab. Pasbar), & Anak Bunda yang hadir dalam dunia skripsi ku ini...

Begitu banyak yang terlibat dalam penyelesaian karya ini, sehingga penulis tidak bisa menyebutkan satu persatu, Terimakasih ya Allah SWT izinkan hamba agar bisa memberikan senyum untuk mereka.....

BIODATA

Penulis dilahirkan di Rawang Kenagarian Rawang Gn. Malelo Surantih Kec. Sutura Kab. Pesisir Selatan Sumatera Barat pada tanggal 1 Januari 1990 sebagai anak keempat dari empat bersaudara, dari pasangan Asril dan Syamsidar. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SDN No. 56 Rawang (1996–2002). Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN. 4 Sutura (2002–2005). Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN. 2 Painan (2005–2008). Pada tahun 2008 diterima di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang Program Studi Agroekoteknologi.

Padang, Maret 2015

R.S

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini. Skripsi ini berjudul **“Stabilitas *Bacillus subtilis* dalam Formula Tepung yang Disimpan pada Waktu Berbeda dalam Mengendalikan Penyakit Layu Stewart pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lapangan”**. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Mei sampai September 2013 di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan di sentra pertanaman jagung di Kabupaten Pasaman Barat.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang setulusnya kepada Bapak Dr. Ir. Ujang Khairul, MP dan Ibu Dr. Yulmira Yanti, S.Si, MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak membimbing, memberi petunjuk, saran dan pengarahan dari penyusunan proposal sampai penyusunan skripsi. Terima kasih juga untuk Bapak/Ibu Ketua dan Sekretaris Program Studi Agroekoteknologi, Ketua dan Sekretaris Peminatan Perlindungan Tanaman, seluruh staf pengajar dan karyawan, serta teman – teman Agroekoteknologi ’08, Agroekoteknologi ’09, Agroekoteknologi ’10, Agroekoteknologi ’11 dan Agroekoteknologi ’12 (Keluarga besar AgET dan PPC) yang telah memberi dorongan, semangat dan bantuan yang berharga selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penghargaan dan rasa hormat penulis sampaikan kepada kedua orang tua, kakanda dan seluruh kerabat yang telah memberi semangat dan do’a kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari skripsi ini, dalam mencapai kesempurnaan dibutuhkan proses yang tidak dapat diperoleh secara instan, belajar tiada henti merupakan jawaban dari proses tersebut. Harapan penulis, semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu pertanian khususnya.

Padang, Maret 2015

R.S

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
ABSTRAK.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Jagung (<i>Zea mays</i> L.).....	4
B. Penyakit Layu Stewart oleh <i>Pnss</i>	5
C. <i>Bacillus subtilis</i> sebagai Agens Hayati	6
D. Formulasi	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
A. Waktu dan Tempat.....	10
B. Bahan dan Alat.....	10
C. Metode Penelitian	10
D. Pelaksanaan Penelitian.....	11
E. Pengamatan.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
A. Hasil	19
B. Pembahasan	26
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	29
A. Kesimpulan	29
B. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Nilai Skala dari Masing – Masing Kategori Serangan.....	17
2. Kerapatan Populasi <i>Bacillus subtilis</i> dalam Formula Tepung setelah Disimpan pada Waktu Berbeda (CFU/g).....	19
3. Saat Muncul Gejala Pertama Serangan <i>Pantoea stewartii</i> yang Diintroduksi dengan <i>B. subtilis</i> dalam Formula Tepung dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali.....	20
4. Persentase Tanaman Terserang <i>Pnss</i> pada Masing–Masing Perlakuan dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali	21
5. Persentase Daun Jagung Terserang <i>Pnss</i> pada Masing–Masing Perlakuan dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali	22
6. Keparahan penyakit Layu Stewart <i>Pnss</i> pada Masing–Masing Perlakuan dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali	23
7. Tinggi Tanaman Jagung setelah Diintroduksi <i>B. subtilis</i> dalam Formula Tepung (14 hst) dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali.....	24
8. Jumlah Daun Tanaman Jagung setelah Diintroduksi <i>B. subtilis</i> dalam Formula Tepung (14 hst) dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali	25
9. Berat Tongkol Berkelobot pada Tanaman Jagung di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali serta Efektivitasnya	26

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Peremajaan dan Perbanyakkan Isolat <i>B. subtilis</i>	12
2. Pewarnaan Spora <i>B. subtilis</i> dengan Perbesaran 100×	12
3. Pembuatan <i>B. subtilis</i> dalam Formula Tepung	13
4. Introduksi Formula Tepung <i>B. subtilis</i> pada Benih dan Bibit Jagung	14

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Jadwal Penelitian Tahun 2013	35
2. Denah Penempatan Perlakuan di Lapangan Secara RAK.....	36
3. Penentuan Pengambilan Tanaman Sampel	37
4. Deskripsi Jagung Varietas <i>Sweet Boy</i>	38
5. Komposisi Media	39
6. Sidik Ragam Masing–Masing Pengamatan pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo	40
7. Sidik Ragam Masing–Masing Pengamatan pada Lahan di Kec. Kinali.....	42
8. Langkah–Langkah dalam Membuat Larutan McFarland	44
9. Rekapitulasi Rata–Rata Efektivitas <i>B. subtilis</i> dalam Formula Tepung	45
10. Gejala Penyakit Layu Stewart <i>Pnss</i>	47
11. Dokumentasi Penelitian di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali	49
12. Curah Hujan.....	51

EFEKTIVITAS *Bacillus subtilis* DALAM FORMULA TEPUNG YANG DISIMPAN PADA WAKTU BERBEDA DALAM MENGENDALIKAN PENYAKIT LAYU STEWART PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI LAPANGAN

ABSTRAK

Isolat bakteri *B. subtilis* dilaporkan efektif untuk pengendalian penyakit layu Stewart sehingga perlu diformulasi. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh informasi tentang efektivitas kemampuan *B. subtilis* dalam formula tepung untuk pengendalian penyakit layu Stewart *Pantoea stewartii* di Lapangan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 5 perlakuan dan 4 kelompok. Parameter yang diamati adalah viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung setelah disimpan pada waktu berbeda, perkembangan penyakit layu Stewart (masa inkubasi, persentase tanaman terserang, persentase daun terserang, keparahan penyakit layu Stewart), dan pertumbuhan tanaman jagung. Hasil penelitian diperoleh bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung penyimpanan 2 minggu pada suhu kamar merupakan formula yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam menekan perkembangan penyakit layu Stewart dengan efektivitas 45,86% pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan 45,30% di Kec. Kinali. *B. subtilis* dalam formula tepung penyimpanan 2 minggu pada suhu kamar merupakan perlakuan yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dengan efektivitas 11,27% pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan 14,2% di Kec. Kinali.

Kata kunci : Formulasi, *B. subtilis*, *Zea mays* L, *Pantoea stewartii*

EFFECTIVENESS of *Bacillus subtilis* in POWDER FORMULA STORED IN DIFFERENT TIME DURATION IN CONTROLLING WILT STEWART IN CORN (*Zea mays L.*) IN THE FIELD

ABSTRACT

Isolates of *B. subtilis* has been reported to be effective for the control of Stewart's wilt disease, there fore it needs to be formulated. The objective of this study was to obtain information about the effectiveness of *B. subtilis* in powder formula for controlling Stewart's wilt *Pantoea stewartii* in the Field. Randomized Block Design (RBD) was used with 5 treatments and 4 groups. Parameters measured were the viability of *B. subtilis* in the formula powder after being stored at different duration, Stewart's wilt disease progression (the incubation period, the percentage of infected plants and leaves, wilt disease severity Stewart), and the growth of corn plants. The results showed that *B. subtilis* in powder formula stored for 2 weeks at room temperature had the highest suppression on the development of Stewart's wilt with 45.86% effectiveness in district Luhak Nan Duo and 45.30% in district Kinali. *B. subtilis* in the powder formula stored for 2 weeks at room temperature was a treatment that had a better ability to increase corn plant growth by 11.27% effectiveness in the district Luhak Nan Duo and 14.2% in the district Kinali.

Keywords: Formulation, *B. subtilis*, *Zea mays L.*, *Pantoea stewartii*

BAB I PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu komoditas yang bernilai ekonomis dan strategis, serta mempunyai peluang untuk dikembangkan sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras. Disamping itu jagung banyak dimanfaatkan untuk pakan ternak, bahan baku industri dan rumah tangga (Direktorat Jendral Bina Produksi Tanaman Pangan, 2012). Kebutuhan industri pakan ternak terhadap komoditi jagung diperkirakan mencapai 7 juta ton per tahun. Data BPS pada periode 2000–2011, kenaikan konsumsi jagung nasional setiap tahun rata-rata 8%, sementara angka peningkatan produksi jagung hanya 6% per tahun. Produksi jagung nasional tahun 2012 sekitar 18,4 juta ton sementara kebutuhan mencapai 22–23 juta ton (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2012).

Salah satu kendala dalam upaya peningkatan produksi jagung adalah adanya serangan patogen. Beberapa patogen penyebab penyakit yang menyerang tanaman jagung adalah jamur *Peronosclerospora maydis* (Rac.) Shaw penyebab penyakit bulai, jamur *Fusarium spp* penyebab busuk tongkol (Semangun, 2004), *Ustilago maydis* penyebab penyakit gosong, serta bakteri *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii* (*Pnss*) penyebab penyakit layu dan hawar daun Stewart (Pataky, 2003; Stack, 2006; Chaky, 2006; dan Giesler, 2006).

Penyakit layu stewart telah menimbulkan masalah besar bagi negara produsen jagung dunia seperti Amerika Serikat yang mengakibatkan kehilangan hasil sampai 95%. Saat ini penyakit layu stewart telah tersebar hampir di seluruh penjuru dunia (Shurtleff, 1980; Crop Protection Compendium, 2002). Di Indonesia penyakit layu Stewart tergolong pada kategori A1 yaitu jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK) yang belum terdapat di wilayah Indonesia (Badan Karantina Pertanian Departemen Pertanian, 2008). Khairul dan Rahma (2009) melaporkan bahwa di Sumatera Barat telah ditemukan gejala penyakit layu Stewart pada tanaman jagung dengan insidensi berkisar 1–15%.

Penyakit layu stewart tergolong sulit dikendalikan, karena bakteri penyebab penyakit ini memperbanyak diri pada pembuluh xilem, dapat terbawa benih dan juga ditularkan oleh kumbang (*Chaetocnema pulicaria*) (Pataky, 2003). Upaya

pengendalian penyakit dilaporkan di luar negeri, antara lain penggunaan insektisida sintetis yang mengandung *imidachlopirod* untuk pengendalian kumbang *C. pulicaria* sebagai vektor penyakit hawar daun Stewart (Stack *et al.*, 2006). Usaha pengendalian penyakit ini di Indonesia baru dalam tahap penelitian, antara lain pengendalian secara hayati dengan bakteri rizosfir indigenus. Berdasarkan hasil penapisan isolat bakteri rizosfir indigenus, menunjukkan bahwa isolat RZ₂L₂K dapat menekan insidensi penyakit sampai 75%. Setelah diidentifikasi isolat RZ₂L₂K adalah *Bacillus subtilis* (Sestria, 2012).

Agens hayati yang telah terbukti berpotensi untuk pengendalian patogen tanaman perlu diformulasi. Tujuannya adalah agar produk agens hayati tersebut dapat digunakan dengan efisien. Formula agens hayati yang paling sederhana adalah dalam bentuk cair yang digunakan sebagai perlakuan benih, sehingga mudah tersebar di permukaan benih dan diharapkan mampu melindungi benih selama penyimpanan, perkecambahan sampai pertumbuhannya (Soesanto, 2008). Bahan formula yang dapat digunakan dalam formulasi agens hayati adalah tepung tapioka, tepung talk, tanah gambut dan minyak nabati. *Pseudomonas fluoresen* (*Pf*) yang diformula dalam talkum dan disimpan sampai 6 bulan pada suhu ruang masih tetap efektif, karena memiliki kelembaban yang sangat rendah dan relatif hidropobik, sehingga memiliki periode penyimpanan lebih lama (Vidhyasekaran, *et al.*, 1997). Selanjutnya Advinda (2009) melaporkan bahwa tepung tapioka merupakan bahan pembawa terbaik untuk formulasi *Pf*, dengan viabilitas yang tinggi. Farlina (2009) juga melaporkan bahwa formula isolat bakteri rizoplan dalam tepung tapioka yang disimpan selama 2 minggu yang diintroduksi pada benih bawang merah menunjukkan intensitas daun terserang *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* paling rendah yaitu 56,76%.

Hasil penelitian Sestria (2012) menunjukkan bahwa Formula tepung *B. subtilis* yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar (26–30°C), berpengaruh paling baik dalam pengendalian penyakit layu dan hawar daun Stewart di rumah setengah bayang, serta dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung dengan efektivitas mencapai 37,20%. Untuk melihat efektivitas kemampuan dari formula tepung *B. subtilis* dalam mengendalikan penyakit layu dan hawar daun stewart di lapangan, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan.

Berdasarkan uraian diatas penulis telah melaksanakan penelitian dengan judul **“Efektivitas *Bacillus subtilis* dalam Formula Tepung yang disimpan pada Waktu Berbeda dalam Mengendalikan Penyakit Layu Stewart pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) di Lapangan”**. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang efektivitas kemampuan *B. subtilis* dalam formula tepung untuk pengendalian penyakit layu Stewart *Pantoea stewartii* di Lapangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Jagung (*Zea mays*, L.)

Tanaman jagung (*Zea mays*, L.) adalah salah satu jenis tanaman biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan yang sudah ada hampir di seluruh dunia. Tanaman jagung berasal dari Amerika dan menyebar ke Meksiko, Spanyol, Portugis, Perancis, dan Italia. Di Indonesia, jagung pertama kali dibawa oleh orang Portugis. Jagung termasuk ke dalam Famili *Poaceae*, Kelas *Monocotyledone*, Ordo *Poales* dan Spesies *Zea mays*. L (AKK, 1993). Tanaman jagung termasuk kedalam tanaman yang memiliki akar serabut dengan tinggi batang tergantung pada varietas, tempat pertanaman, dan umumnya tinggi berkisar 60–300 cm (Purnomo dan Rudi, 2005).

Jagung merupakan tanaman berumah satu yaitu letak bunga jantan terpisah dengan bunga betina tetapi tetap pada satu tanaman. Berakar serabut yang menyebar ke samping dan ke bawah sekitar 25 cm pada lapisan olah tanah. Sistem perakaran jagung terdiri atas akar primer yaitu akar yang pertama kali muncul pada saat biji berkecambah, akar lateral, akar horizontal yang tumbuh memanjang ke samping dan akar udara yang tumbuh dari buku-buku di atas permukaan tanah (Purnomo dan Rudi, 2005).

Untuk pertumbuhan yang baik tanaman membutuhkan sejumlah cahaya yang dalam batas-batas tertentu mempunyai pengaruh bagi pertumbuhan tanaman jagung karena peranannya dalam kegiatan fisiologis seperti fotosintesis, fotolisis, dan fotorespirasi, selain itu juga berperan dalam pembungaan serta membuka dan menutupnya stomata (Lakitan, 1995).

Suhu optimum untuk pertumbuhan tanaman jagung berkisar antara 24–30°C. Suhu yang optimum dapat memberikan hasil yang baik, semakin lama fase pengisian biji, maka daya hasil juga semakin tinggi. Karena suhu yang sejuk dapat memperpanjang fase pertumbuhan, maka musim tanam yang sejukpun dapat meningkatkan produksi dari tanaman jagung (Moentono, 1993).

B. Penyakit Layu Stewart oleh *Pantoea stewartii*

Penyakit layu Stewart disebabkan oleh *Pantoea stewartii*. Keberadaan penyakit ini pertama kali dilaporkan di New York pada tahun 1897 (Thomas, 2002). Tanaman inang bakteri ini adalah tanaman jagung terutama jagung manis. Bakteri ini juga dapat menginfeksi tanaman sorghum, padi-padian dan beberapa rumput-rumputan melalui inokulasi buatan (Stack *et al.*, 2006).

Penyakit layu Stewart tergolong penting karena dapat menyerang berbagai tingkat umur dan menyebabkan kerusakan yang fatal (Pataky, 2003). Penyakit Stewart terdiri atas dua fase : pertama terjadi pada tanaman muda dan yang kedua pada tanaman dewasa terutama setelah munculnya malai (Yang, 2000; Thomas, 2002; Stack *et al.*, 2006). Fase pertama terjadi saat pertumbuhan 2–5 helai daun, bakteri memperbanyak diri dalam pembuluh xilem daun dan batang. Pada tanaman muda luka *water soaking* yang panjang terdapat di sepanjang daun (Luebker, 2003; Stack *et al.*, 2006).

Fase kedua dari penyakit ini terjadi setelah munculnya malai. Infeksi bersifat lokal, umumnya gejala berupa lesio pada daun, lesio berupa goresan hijau sampai kuning dengan pinggirau yang tidak beraturan dan bergelombang di sepanjang tulang daun dan juga di seluruh permukaan daun. Pada beberapa kasus, permukaan daun akan kering dan mati dengan gejala seperti kekurangan nutrisi. Pada fase kedua tidak terjadi layu seperti pada fase pertama (Shurtleff, 1980; Yang, 2000; Thomas, 2002; Luebker, 2003; Pataky, 2003).

Infeksi pada tanaman yang masih muda terjadi sangat cepat dan menyebabkan layu, tanaman seperti menderita kekeringan, kekurangan nutrisi atau rusak karena serangga. Koloni bakteri terutama terdapat pada jaringan vaskular dari akar, batang, helaian daun, pelepah, malai, tongkol, kulit ari dan biji (EPPO, 2006).

Bakteri ini ditransmisi melalui benih atau melalui serangga *Chaetocnema pulicaria*, melalui tanah serta pupuk (Yang, 2000). Bakteri tidak bisa berkembang dari tanaman satu ketanaman yang lain tanpa bantuan vektor, kecuali melalui benih (Pataky, 2003).

Kondisi lingkungan yang tidak sesuai kadang-kadang dapat mempengaruhi infeksi *Pantoea stewartii* pada tanaman inang, seperti lewat tanah, pemakaian

pupuk, dan temperatur (Khairul dan Rahma, 2009). Tingginya kadar N dan P berpengaruh terhadap kerentanan tanaman terhadap penyakit layu Stewart, sementara tingginya kadar C dan K dapat menekan perkembangan penyakit layu Stewart.

Upaya pemuliaan jagung yang resisten terhadap *Pantoea stewartii* telah dimulai di Amerika sejak tahun 1949 (Yang, 2000) dan diteruskan di beberapa negara lain. Namun sampai saat ini belum didapatkan varietas jagung yang benar-benar resisten (Pataky, 2003). Oleh karena itu, patogen penyebab penyakit stewart ini digolongkan sebagai salah satu organisme pengganggu tumbuhan karantina A2 di Eropa, Amerika dan beberapa negara maju lainnya (Pataky, 2003; EPPO, 2006).

Hasil observasi Rahma dan Armansyah (2008); Khairul dan Rahma (2009) telah mendeteksi keberadaan penyakit ini di sentra produksi jagung di Sumbar dan belum diperoleh metode pengendalian yang efektif yang dapat mencegah agar penyakit ini tidak menyebar ke daerah lain. Karena penyakit ini bersifat tular benih maka metode perlakuan benih merupakan salah satu alternatif pengendalian yang menjanjikan.

C. *Bacillus subtilis* sebagai Agens Hayati

Bacillus subtilis termasuk Kingdom Bacteria, divisi Firmicutes, kelas Firmibacteria, Famili Bacillaceae, Genus Bacillus (Agrios, 2005). *B. subtilis* mempunyai ciri-ciri sebagai berikut : sel berbentuk batang pendek (*rods*), berukuran $(0,5-2,5) \times (1,2-10) \mu\text{m}$. *B. subtilis* diketahui secara luas sebagai saprofit, tidak menyebabkan penyakit pada tanaman, dapat hidup dalam kondisi anaerob (tanpa oksigen), gram positif, dan membentuk endospora berbentuk elips yang tahan terhadap panas, kering dan faktor lingkungan lain yang merusak (Soesanto, 2008).

Bakteri antagonis ini dapat bertahan hidup pada suhu $-5-75^{\circ}\text{C}$ dengan kisaran pH antara 2–8 (Soesanto, 2008). Suhu optimal untuk pertumbuhan *B. subtilis* adalah antara $25-35^{\circ}\text{C}$ (Korsten dan Cook, 1996) dan pH optimal adalah 7–8. Jika pH lebih rendah atau lebih tinggi dari rentang tersebut, bakteri ini akan mengalami sporulasi sehingga akan menjadi dorman atau tidak tumbuh (Dawes dan Mandelstam, 1970). *B. subtilis* juga akan baik pertumbuhannya apabila kadar

oksigen terlarut tinggi (Graumann, 2007). Movahedi dan Waites (2000) melaporkan bahwa untuk menghasilkan spora, *B. subtilis* diinkubasi pada suhu 80°C selama 10 menit untuk menghasilkan sel-sel vegetatif.

Perkembangan agen antagonis yang lebih cepat menyebabkan patogen tidak mempunyai peluang untuk tempat hidupnya, selain itu agen antagonis lebih mampu memanfaatkan nutrisi dan faktor tumbuh lainnya sehingga lebih cepat berkembang (Habazar dan Yaherwandi, 2006). *B. subtilis* menghasilkan enzim protease dan amylase serta kutinase sebagai enzim pengurai dinding sel patogen (Soesanto, 2008).

Agensia hayati yang telah dikembangkan sebagai biopestisida untuk perlakuan benih diantaranya adalah *Bacillus polymixa* (Aspiras dan Crus, 1985), *Pseudomonas fluorescens* (Machmud, 1985), strain avirulen dari *Ralstonia solanacearum* (Chen dan Echandi, 1984 ; Khairul *et al.*, 2001), dan *Bacillus subtilis* (Khairul, 2005). *Bacillus subtilis* banyak dilaporkan mampu melindungi tanaman dari serangan patogen dan sekaligus dapat menginduksi ketahanan dan memicu pertumbuhan berbagai jenis tanaman (Bargabus *et al.*, 2004). Penggunaan *B. subtilis* sebagai biopestisida pertama kali dilaporkan oleh Romeiro *et al.*, (1997), penggunaannya pada benih tomat sebagai *seed treatment* dapat mengurangi keparahan penyakit layu yang disebabkan oleh *R. solanacearum* sampai 80%. Khairul (2005) melaporkan bahwa *B. subtilis* mampu menurunkan keparahan penyakit layu pada tanaman cabai sampai 78%.

Selain sebagai agens antagonis, *B. subtilis* juga bersifat sebagai *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. *B. subtilis* dapat menginduksi ketahanan dan memacu pertumbuhan berbagai jenis tanaman (Bargabus *et al.*, 2004). Soesanto (2008) juga melaporkan bahwa perlakuan PGPR menyebabkan peningkatan berat kering tanaman dan panjang sulur pengumbian pada tanaman kentang.

Mekanisme pengendalian dari *B. subtilis* meliputi kompetisi, antibiosis dan memicu induksi ketahanan (Syamsuddin, 2003). *B. subtilis* menghasilkan enzim protease dan kitinase yang dapat menguraikan dinding sel bakteri patogen (Romeiro *et al.*, 1997). Selanjutnya Ratih (2006) melaporkan bahwa *B. subtilis* menghasilkan biosurfaktan pada pH 4–7,5 yang mampu menurunkan tegangan

permukaan substrat dan juga berfungsi sebagai toxin terhadap mikroba disekitarnya.

D. Formulasi

Formulasi agens hayati memegang peranan penting bagi pemasaran dan tujuan jangka panjang. Formulasi adalah bahan campuran antara agens hayati dan bahan-bahan yang dapat meningkatkan efektivitas dan kemampuan hidup agens hayati. Agens hayati yang diformula dalam bentuk butiran atau tepung maupun cair harus disimpan dalam ruangan bersuhu rendah. Hal ini bertujuan untuk menghindari pelekatan tepung, sedang formula cair harus diperhatikan kekentalannya untuk menghindari pengendapan. Dengan demikian, agens hayati dapat tersebar homogen pada formula yang digunakan (Soesanto, 2008).

Formulasi agens hayati dapat menggunakan bahan pembawa yang bersifat organik ataupun anorganik. Menurut Nakkeeren *et al.*, 2005, karakter formula yang ideal untuk agens hayati adalah : 1) dapat meningkatkan umur simpan, 2) tidak bersifat fitotoksin, 3) dapat larut dalam air dan membebaskan bakteri, 4) toleran terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik, 5) hemat biaya dan efektif untuk pengendalian penyakit tanaman, dan 6) harus kompatibel dengan senyawa agrokimia lainnya.

Formulasi agens hayati ditentukan oleh jenis agens pengendalnya (bakteri, jamur), cara aplikasi (tabur, semprot, disiram) dan bagian tanaman yang diaplikasi dengan agens hayati tersebut yaitu akar, batang dan perlakuan benih. Bentuk formulasi agens hayati itu dapat berupa tepung terlembabkan dalam air, cairan, butiran, pelet, kapsul, debu, emulsi, dan formula tak-terkapsul (Soesanto, 2008).

Untuk meningkatkan efisiensi dan mempertahankan keberadaannya dalam waktu yang panjang pada kondisi optimal, biopestisida dapat diintroduksi dalam berbagai bentuk formula. Caesar dan Burr (1991) melaporkan bahwa formula yang efektif untuk strain *Pseudomonas* adalah 1% metil selulosa, tepung talk, tepung tapioka dan dedak mampu bertahan sampai 12 bulan. Selanjutnya Vidhyasekaran *et al.*, (1997) melaporkan bahwa isolat *Pseudomonas flourescens* yang diformula dengan talkum masih tetap efektif sampai 6 bulan pada suhu kamar. Hasil penelitian Trivedi *et al.*, (2005) memperlihatkan bahwa formulasi

Bacillus spp dan *P. corrugata* dalam bahan pembawa campuran alginat dan susu krim dapat bertahan sampai 180 hari dengan suhu penyimpanan 4°C.

Formulasi biopestisida dapat menggunakan bahan seperti : agar-agar, tepung tapioka, tepung beras dan Na-alginat, sementara itu untuk formula cair dapat digunakan : air kelapa dan molase (Nandakumar *et al.*, 2001). Tujuan formulasi biopestisida diantaranya adalah memperpanjang daya hidup agens, memperbaiki kemampuan dan keaktifan agens di lingkungan, kemudahan dan kestabilan agen dalam penyimpanan dan kesesuaian dengan alat-alat pertanian (Soesanto, 2008). Produk komersial biopestisida yang digunakan untuk perlakuan benih diantaranya adalah Dagger (bahan aktif *P. fluorescens*) dan *Blue cirle* (bahan aktif *Burkholderia cepacia*) (Habazar, 2005).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di sentra pertanaman jagung di Kabupaten Pasaman Barat yaitu Kecamatan Luhak Nan Duo di jorong Pujorahayu dan Kecamatan Kinali jorong Kinali, Provinsi Sumatera Barat selama empat bulan yang dilakukan mulai bulan Mei–September 2013, kemudian dilanjutkan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Jadwal kegiatan dapat dilihat pada Lampiran 1.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : bibit jagung (*Sweet Boy*) varietas rentan, isolat *B. subtilis* (koleksi Laboratorium Mikrobiologi), medium *Nutrient Glucose Agar* (NGA), medium *Luria Bertani* (LB), medium *Trypticase Soy Agar* (TSA), larutan *Natrium hypoklorit* 1%, larutan McFarland, tepung tapioka, alkohol 70%, *Kalium Hidroksida* (KOH) 3%, sukrosa, pupuk kandang, pupuk buatan (Urea, KCl, dan SP36) sebagai pupuk dasar, air untuk penyiraman tanaman, akuades, kentang, kertas saring, kertas koran, kertas label, plastik tahan panas dan *aluminium foil*, serta bahan–bahan lain yang mendukung penelitian ini.

Alat yang digunakan adalah cangkul, parang, meteran, tali rafia, kayu, kalkulator, kertas label, tugal, plastik, timbangan, oven, alat tulis, alat dokumentasi (kamera digital), cawan Petri, *microtube*, tabung reaksi, gelas piala, gelas ukur, labu Erlenmeyer, *shaker* horizontal, *laminar air flow*, *autoclave*, termometer, timbangan digital, jarum ose, mikropipet, kaca objek, rak tabung reaksi, lumpang porselen, batang pengaduk, vortek, lampu spiritus, serta alat–alat lain yang mendukung penelitian ini.

C. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 perlakuan dan 4 kelompok, perlakuan tersebut lama penyimpanan *B. subtilis* dalam formula tepung dengan waktu penyimpanan yang berbeda pada suhu ruang (26–30°C) yaitu sebagai berikut :

A = 1 minggu penyimpanan

B = 2 minggu penyimpanan

C = 3 minggu penyimpanan

D = 4 minggu penyimpanan

E = kontrol (Akuades steril)

Formula *B. subtilis* dalam tepung tapioka yang telah disimpan digunakan sebagai *Bioseed treatment*. Penentuan tanaman sampel yang telah diintroduksi dilakukan secara acak tersistematis dengan memilih 9 tanaman sampel dari 18 tanaman pada setiap plot (Lampiran 3), sehingga didapatkan 180 tanaman sampel dari 360 tanaman yang digunakan pada satu kecamatan. Data yang diperoleh dari pengamatan dianalisis secara sidik ragam, jika berbeda nyata maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji Lanjut *Duncan's New Multiple Rangen Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

D. Pelaksanaan Penelitian

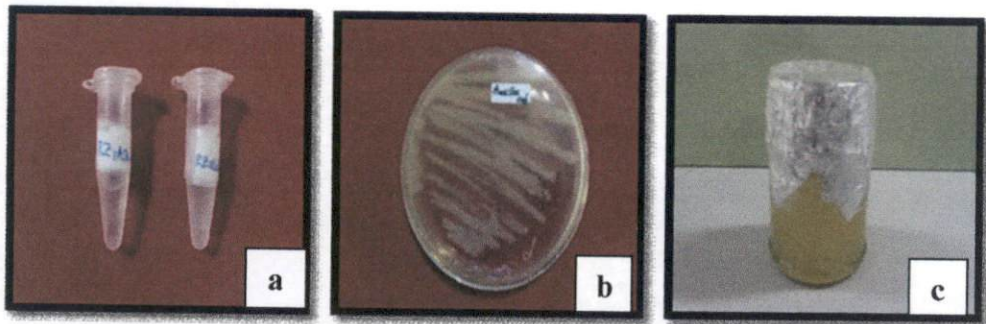
1. Survei

Kegiatan survei dilakukan pada daerah sentra pertanaman jagung di daerah endemik penyakit layu Stewart *Pantoea stewartii* di Kabupaten Pasaman Barat yaitu Kecamatan Luhak Nan Duo dan Kecamatan Kinali. Pengamatan langsung pada areal sampel untuk mengamati gejala, dan menghitung persentase tanaman terserang. Pada survei awal di dapatkan data persentase tanaman terserang *Pnss* yaitu 45%–58% (Survei awal).

2. Peremajaan dan perbanyakan *Bacillus subtilis*

Isolat *B. subtilis* diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Jurusan HPT Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Isolat tersebut diremajakan dengan metode gores pada medium TSA (komposisi media Lampiran 5c), kemudian diinkubasi 2×24 jam. Bakteri *B. subtilis* dibuat suspensi dengan akuades sebanyak 0,25 ml dan dimasukkan ke dalam 25 ml medium LB (komposisi media Lampiran 5b) dan diinkubasi pada *rotary shaker* 200 rpm selama 4 jam, kemudian diinkubasi pada suhu 80°C selama 10 menit di *waterbath* (Movahedi dan Waites, 2000), lalu dibandingkan kekeruhannya dengan larutan

McFarland pada skala 8. Jika kekeruhannya sama maka kerapatan populasi bakteri tersebut diperkirakan 10^8 CFU/g (Habazar *et al.*, 2008).

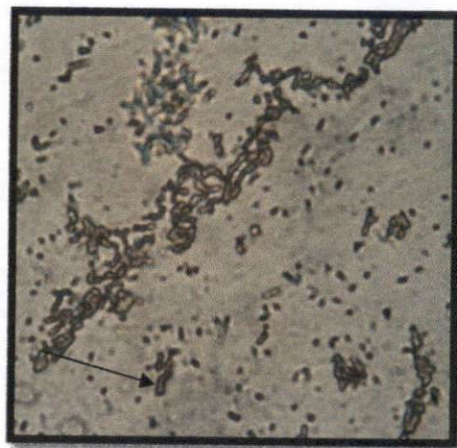


Gambar 1. Peremajaan dan Perbanyakan Isolat *B. subtilis*

(a). Sumber isolat *B. subtilis*, (b). Koloni *B. subtilis* setelah digores pada media TSA umur 2×24 jam, dan (c). Pertumbuhan *B. subtilis* pada media LB.

3. Pewarnaan spora

Koloni bakteri berumur 2 hari dioleskan pada kaca objek dan difiksasi, kemudian dilakukan pewarnaan dengan *malachite green* dan safranin. Masing-masing pewarnaan didiamkan selama 5 menit dan dicuci dengan akuades. Setelah itu ditetesi minyak emersi untuk memperjelas objek. Kemudian diamati dibawah mikroskop. Jika pewarnaan baik, bakteri berwarna merah dan terdapat rongga ditengah sel vegetatif bakteri yang merupakan endospora *B. subtilis* (Schaad, 1988). *B. subtilis* membentuk spora ditengah sel vegetatif.



Gambar 2. Pewarnaan Spora *B. subtilis* dengan Perbesaran $100\times$.

4. Pembuatan *Bacillus subtilis* dalam formula tepung

B. subtilis dalam formula tepung dibuat dengan cara, 25 g tepung tapioka ditambahkan 5% sukrosa, masukkan ke dalam kantong plastik tahan panas dan disterilkan dalam autoklaf pada temperatur 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit lalu didinginkan selama 1 jam. Kemudian ditambahkan 2,5 ml suspensi *B. subtilis*, dihomogenkan dan disimpan sesuai perlakuan. (Sestria, 2012).



Gambar 3. *B. subtilis* dalam Formula Tepung
(a). 1 minggu penyimpanan,
(b). 2 minggu penyimpanan,
(c). 3 minggu penyimpanan,
(d). 4 minggu penyimpanan.

5. Penyiapan lahan

Penelitian ini dilaksanakan pada lahan bekas pertanaman jagung, yang merupakan daerah endemik penyakit *Pnss* di Kabupaten Pasaman Barat yaitu Kecamatan Luhak Nan Duo dan Kecamatan Kinali. Persiapan lahan dilakukan dengan cara tanah dicangkul sedalam 15–20 cm. Lahan dibersihkan dari sisa tanaman yang ditanam sebelumnya. Tujuan pengolahan tanah adalah untuk memperbaiki struktur dan aerasi tanah agar pertumbuhan akar dan penyerapan hara oleh tanaman dapat berlangsung dengan baik.

6. Pengadaan benih jagung

Benih jagung yang digunakan adalah varietas yang rentan terhadap *Pnss*, yaitu varietas *Sweet Boy*. Varietas ini berasal dari toko usaha tani (deskripsi pada Lampiran 4).

7. Introduksi benih jagung dengan *B. subtilis* dan penanaman jagung

Benih jagung diintroduksi dengan *B. subtilis* dalam formula tepung sebanyak $2\times$ yaitu sebelum dan sesudah tanam. Benih jagung terlebih dahulu di sterilkan dengan akuades steril, larutan *Natrium hypoklorit* 1%, dan dimasukkan ke *B. subtilis* dalam formula tepung, diaduk sampai rata dan dibiarkan selama 15 menit. Sedangkan untuk kontrol, benih langsung ditanam. Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam berukuran $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ dengan menggunakan tugal sedalam 1–2 cm dengan 2 butir benih per lubang dan jarak tanam $75\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ dan ditutup dengan selapis tanah. Introduksi ke 2 dilakukan setelah tanaman jagung berumur 2 minggu setelah tanam (mst), yaitu dengan cara ditaburkan disekitar perakaran tanaman.



Gambar 4. Introduksi *B. subtilis* dalam formula tepung pada benih dan bibit jagung.

(a). Introduksi formula pada benih jagung,

(b). Introduksi ke 2 pada saat tanaman berumur 2 minggu.

8. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan dan pengendalian terhadap hama. Penyiraman dilakukan sesuai dengan kondisi tanaman, pemupukan tanaman jagung menggunakan pupuk kandang dan pupuk buatan. Pupuk kandang diberikan pada saat penanaman, sedangkan pupuk buatan yaitu pupuk Urea dengan dosis 3,75 g/lobang tanam setara dengan 200 kg/ha, SP-36 dengan dosis 1,4 g/lobang tanam setara dengan 75 kg/ha, dan KCl 0,94

g/lobang tanam setara dengan 50 kg/ha. Pemupukan dilakukan tiga tahap. Pada tahap pertama diberikan 1/3 bagian pupuk urea, 1 bagian pupuk SP-36 dan KCl pada saat tanam. Tahap kedua, pupuk diberikan 1/3 bagian urea, saat tanaman berumur 30 hst. Tahap ketiga, pupuk diberikan 1/3 bagian urea, saat tanaman berumur 60 hst (Purwono dan Rudi, 2005). Penyiangan dilakukan terhadap gulma yang tumbuh. Pengendalian hama dilakukan secara mekanis.

9. Panen

Tanaman jagung varietas *Sweet Boy* dipanen pada umur 69–82 hari setelah tanam. Kadar air jagung siap panen pada umumnya 30–40%. Jagung dipanen dengan cara memutar tongkol kelobotnya atau dengan cara dipatahkan tangkai buah jagung.

D. Pengamatan

1. Viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung setelah disimpan pada waktu berbeda

Viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda ditentukan dengan menghitung jumlah koloni yang tumbuh. Pengamatan dilakukan dengan mengambil 1 gram formula dan dilakukan pengenceran secara seri. Pengenceran seri dilakukan dari pengenceran 10^{-1} sampai 10^{-6} . Dari Pengenceran 10^{-6} diambil 0,1 ml, dituangkan ke medium TSA, diinkubasi 2×24 jam. Penghitungan jumlah koloni *B. subtilis* menggunakan *colony counter*. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung menggunakan rumus Fardiaz (1993) :

$$JK = \frac{JKT}{FP} \dots\dots\dots \text{(Rumus 1)}$$

Keterangan : FP = Faktor pengenceran

JK = Jumlah koloni

JKT = Jumlah koloni yang tumbuh

2. Perkembangan penyakit layu stewart

a. Masa inkubasi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*

Pengamatan ini dilakukan setiap hari, mulai 4 hari setelah penanaman sampai timbulnya gejala awal. Gejala awal memperlihatkan *water soaking* (bercak kebasahan) pada daun, permukaan daun mengalami klorosis. Data yang didapat

dianalisis dengan sidik ragam dan di uji lanjut dengan DNMRT taraf nyata 5% serta ditampilkan dalam bentuk tabel. Efektivitas ditentukan dengan rumus :

$$E = \frac{P-K}{K} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 2)}$$

Keterangan : E = Efektivitas
P = Perlakuan
K = Kontrol

b. Persentase tanaman terserang *Pnss* (%)

Pengamatan persentase tanaman terserang dilakukan dengan interval waktu 3×7 hari. Pengamatan persentase tanaman terserang bersamaan dengan pengamatan persentase daun terserang dan intensitas daun terserang pada semua sampel tanaman jagung. Untuk menghitung persentase tanaman terserang masing-masing perlakuan digunakan rumus :

$$P = \frac{a}{b} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 3)}$$

Keterangan : P = Persentase tanaman terserang
a = Jumlah tanaman terserang
b = Jumlah tanaman yang diamati

Efektivitas masing-masing perlakuan *B. subtilis* dalam formula tepung terhadap persentase tanaman terserang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{K-P}{K} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 4)}$$

Keterangan : E = Efektifitas
P = Perlakuan
K = Kontrol

c. Persentase daun terserang *Pnss* (%)

Pengamatan persentase daun terserang terhadap semua daun dari tiap perlakuan dimulai sejak munculnya gejala pertama sampai menjelang panen, dengan interval waktu 3×7 hari. Efektivitas masing-masing perlakuan *B. subtilis* dalam formula tepung terhadap persentase daun terserang dihitung menggunakan rumus 4. Dan persentase daun terserang dihitung menggunakan rumus (Rivai, 2004):

$$P = \frac{\alpha}{\beta} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Rumus 5)}$$

Keterangan : P = Persentase daun terserang
 α = Jumlah daun terserang
 β = Jumlah daun yang diamati

d. Keparahan penyakit layu stewart *Pnss*

Pengamatan keparahan penyakit layu stewart dilakukan dengan interval waktu 3×7 hari. Efektivitas masing-masing *B. subtilis* dalam formula tepung terhadap intensitas daun terserang *Pantoea stewartii* dihitung menggunakan rumus 4. Keparahan penyakit layu stewart dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{\sum Ni \times Vi}{N \times V_{\max}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{(Rumus 6)}$$

Keterangan : I = Intensitas Serangan
 Ni = Jumlah daun dari tiap kategori serangan
 Vi = Nilai skala tiap kategori serangan
 N = Jumlah daun yang diamati
 V_{\max} = Nilai kategori serangan tertinggi

Kriteria dan skala tingkat serangan *Pantoea stewartii*, untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. Nilai Skala dari Masing-Masing Kategori Serangan

Skala	Tingkat serangan	Luas serangan pada daun
0	Tidak ada serangan	0%
1	Serangan sedikit sekali	>0 – 20%
2	Serangan sedikit	>20 – 40%
3	Serangan sedang	>40 – 60%
4	Serangan berat	>60 – 80%
5	Serangan berat sekali	>80%

Sumber : (Pataky, 2003) Kriteria serangan dimodifikasi

3. Pertumbuhan tanaman

a. Tinggi tanaman

Pengamatan tinggi tanaman jagung dilakukan dengan interval waktu 3×7 hari bersamaan dengan pengamatan persentase dan intensitas daun terserang. Pengamatan tinggi tanaman diukur dari pangkal batang sampai daun tertinggi setelah diluruskan. Pengamatan tinggi tanaman jagung dimulai setelah muncul daun pertama sampai pertumbuhan tanaman konstan. Efektivitas masing-masing *B. subtilis* dalam formula tepung terhadap tinggi tanaman jagung dihitung dengan menggunakan rumus 4.

b. Jumlah daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan interval waktu 3×7 hari bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman. Perhitungan jumlah daun dilakukan terhadap semua daun yang telah membentuk sempurna. Efektivitas masing-masing *B. subtilis* dalam formula tepung terhadap jumlah daun tanaman jagung dihitung menggunakan rumus 4.

c. Berat tongkol berkelobot

Jagung varietas *Sweet Boy* untuk konsumsi dapat dipanen sekitar umur 69-82 hari setelah tanaman (Purwono dan Rudi, 2005). Berat tongkol berkelobot ditimbang menggunakan timbangan. Untuk menghitung Efektivitas masing-masing perlakuan digunakan rumus 4.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung setelah disimpan pada waktu berbeda

Hasil analisis viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung setelah disimpan pada waktu berbeda menunjukkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 1 minggu pada suhu kamar memperlihatkan viabilitas yang paling tinggi yaitu 17×10^7 CFU/g. Sementara itu penyimpanan *B. subtilis* 2, 3, dan 4 minggu memperlihatkan kecenderungan terjadi penurunan kerapatan populasi. Lama penyimpanan yang berbeda pada *B. subtilis* dalam formula tepung berpengaruh terhadap kerapatan populasi bakteri (Tabel 2).

Tabel 2. Kerapatan Populasi *B. subtilis* dalam Formula Tepung setelah disimpan pada Waktu Berbeda (CFU/g)

Lama Penyimpanan	Jumlah Koloni (CFU/g)
1 minggu	17×10^7
2 minggu	15×10^7
3 minggu	13×10^7
4 minggu	12×10^7

2. Perkembangan penyakit layu stewart

a. Masa inkubasi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*

Hasil analisis terhadap lama penyimpanan formulasi tepung *B. subtilis* menunjukkan terjadinya perbedaan pada masa inkubasi *Pnss*. Penyimpanan formulasi selama 2 minggu mampu memperpanjang masa inkubasi *Pnss* yaitu : 13,25 hst dengan efektivitas 26,19% untuk Kec. Luhak Nan Duo, dan sementara untuk Kec. Kinali masa inkubasi paling lama adalah 13,00% hst dengan efektivitas 33,33%. Hasil ini berbeda tidak nyata dengan perlakuan lain dan berbeda nyata dengan kontrol. (Tabel 3 dan Lampiran 7a).

Tabel 3. Masa Inkubasi *Pantoea stewartii* yang diintroduksi dengan *B. subtilis* dalam Formula Tepung dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

Perlakuan	Saat Muncul Gejala (hst)		Efektivitas (%)	
	Luhak Nan Duo	Kinali	Luhak Nan Duo	Kinali
B	13,25 a	13,00 a	26,19	33,33
C	12,50 a	10,75 ab	19,05	10,25
D	11,50 a	10,25 ab	9,52	5,13
A	11,00 a	10,50 ab	4,76	7,69
E	10,50 a	9,75 b	0,00	0,00
KK =	19,34%	17,22%		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

b. Persentase tanaman terserang *Pnss*

Hasil analisis terhadap pengamatan persentase tanaman terserang pada tanaman jagung di lahan Kec. Luhak Nan Duo menunjukkan bahwa semua *B. subtilis* dalam formula tepung mampu menurunkan persentase tanaman terserang. *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 4 minggu pada suhu kamar menunjukkan tingkat persentase tanaman terserang yang cukup tinggi yaitu 38,89% dengan efektivitas 26,32%, bila dibandingkan dengan *B. subtilis* dalam formula tepung yang yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar menunjukkan tingkat persentase tanaman terserang yang lebih rendah yaitu 19,44% dengan efektivitas 63,16% (Tabel 4 dan Lampiran 6b).

Hasil analisis terhadap pengamatan persentase tanaman terserang *Pnss* pada lahan di Kec. Kinali memperlihatkan semua *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda mampu memperkecil persentase tanaman terserang. *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar memperlihatkan tingkat persentase tanaman terserang lebih rendah yaitu 19,44% dengan efektivitas 58,83%. Hasil ini berbeda tidak nyata dengan *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 4 minggu pada suhu kamar, dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 4 dan Lampiran 7b).

Tabel 4. Persentase Tanaman Terserang *Pnss* pada Masing–Masing Perlakuan dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

Perlakuan	Persentase Tanaman Terserang (%)		Efektivitas (%)	
	Luhak			
	Nan Duo	Kinali	Luhak Nan Duo	Kinali
E	52,78 a	47,22 a	0,00	0,00
D	38,89 ab	30,55 ab	26,32	35,30
A	27,77 bc	22,22 b	47,39	52,94
C	22,22 bc	24,99 b	57,90	47,08
B	19,44 c	19,44 b	63,16	58,83
KK =	35,20%	38,78%		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

c. Persentase daun terserang *Pnss*

Hasil analisis terhadap pengamatan persentase daun terserang pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo memperlihatkan bahwa semua *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda mampu memperkecil persentase daun terserang. *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar menunjukkan tingkat persentase daun terserang yang lebih rendah yaitu 58,35% dengan efektivitas 43,75%. Hasil ini berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 5 dan Lampiran 6c).

Hasil analisis terhadap persentase daun terserang *Pnss* pada lahan di Kec. Kinali, memperlihatkan *B. subtilis* dalam formula tepung yang paling efektif dalam menekan perkembangan penyakit layu Stewart yaitu *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar dengan persentase daun terserang 65,82% dan efektivitas 30,67%. Hasil ini berbeda tidak nyata dengan perlakuan lain dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 5 dan Lampiran 7c).

Tabel 5. Persentase Daun Jagung Terserang *Pnss* pada Masing–Masing Perlakuan dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

Perlakuan	Persentase Daun Jagung Terserang (%)				Efektivitas (%)	
					Luhak Nan	
	Duo		Kinali		Duo	Kinali
E	83,88	a	86,01	a	0,00	0,00
D	70,10	ab	76,32	ab	19,66	12,70
A	67,15	b	78,56	ab	24,91	9,48
C	65,72	b	73,69	ab	27,63	16,72
B	58,35	b	65,82	b	43,75	30,67
KK =	13,69%		13,64%			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

d. Keparahan penyakit layu stewart *Pnss*

Hasil analisis terhadap pengamatan keparahan penyakit layu stewart pada tanaman jagung di Kec. Luhak Nan Duo, memperlihatkan bahwa semua *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda mampu memperkecil keparahan penyakit layu *Pantoea stewartii*. Formula yang lebih baik dalam menekan keparahan penyakit layu stewart adalah *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar dengan keparahan penyakit layu stewart hanya 13,97% dan efektivitas 53,28%. Hasil ini berbeda tidak nyata dengan *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 4 minggu, dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 6 dan Lampiran 6d).

Hasil analisis pengamatan keparahan penyakit layu stewart pada tanaman jagung di Kec. Kinali memperlihatkan semua *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda mampu memperkecil keparahan penyakit layu stewart. *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar menunjukkan keparahan penyakit layu stewart lebih rendah yaitu 12,97% dengan efektivitas 58,36%.

Tabel 6. Keparahen penyakit layu stewart *Pnss* pada Masing–Masing Perlakuan dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

Perlakuan	Keparahen penyakit layu stewart <i>Pnss</i> (%)		Efektivitas (%)	
	Luhak Nan		Luhak Nan	
	Duo	Kinali	Duo	Kinali
E	29,90 a	31,15 a	0,00	0,00
D	20,49 ab	24,39 ab	31,47	21,70
C	18,51 b	19,24 bc	38,09	38,23
A	16,74 b	17,99 bc	44,01	42,25
B	13,97 b	12,97 c	53,28	58,36
KK =	34,07%	23,00%		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

3. Pertumbuhan tanaman jagung

a. Tinggi tanaman (cm)

Hasil analisis terhadap pengamatan tinggi tanaman jagung setelah diintroduksi hingga 14 hari setelah tanam pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo menunjukkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar memperlihatkan hasil yang paling baik dibandingkan dengan perlakuan lain, dengan efektivitas yaitu 10,72%. Sedangkan *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 1 minggu pada suhu kamar menunjukkan tinggi tanaman terendah yaitu 4,57% (Tabel 7 dan Lampiran 6e).

Hasil analisis pengamatan tinggi tanaman jagung pada lahan di Kec. Kinali, menunjukkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar memperlihatkan hasil yang paling baik dengan efektivitas 12,23%, selanjutnya *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 1 minggu pada suhu kamar menunjukkan efektivitas paling rendah (Tabel 7 dan Lampiran 7e).

Tabel 7. Tinggi Tanaman Jagung Setelah diintroduksi *B. subtilis* dalam Formula Tepung (14 hst) dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			Efektivitas (%)	
	Luhak Nan Duo	Kinali		Luhak Nan Duo	Kinali
B	185,86	227,25	a	10,72	12,23
C	180,11	226,25	a	7,29	11,74
D	179,82	220,05	ab	7,12	10,37
A	175,54	207,69	ab	4,57	8,68
E	167,87	202,48	b	0,00	0,00
KK =	6,72%	6,88%			

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

b. Jumlah daun

Hasil analisis terhadap pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo menunjukkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar memperlihatkan efektivitas jumlah daun paling tinggi yaitu 8,55%. Sedangkan *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 4 minggu pada suhu kamar menunjukkan efektivitas jumlah daun paling rendah yaitu 3,14% (Tabel 8 dan Lampiran 6f).

Hasil analisis terhadap pengamatan jumlah daun tanaman jagung pada lahan di Kec. Kinali menunjukkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 3 minggu pada suhu kamar memperlihatkan efektivitas jumlah daun paling tinggi yaitu 6,89%. Sedangkan *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 4 minggu pada suhu kamar memperlihatkan efektivitas jumlah daun paling rendah yaitu 3,63% (Tabel 8 dan Lampiran 7f).

Tabel 8. Jumlah Daun Tanaman Jagung Setelah diintroduksi *B. subtilis* dalam Formula Tepung (14 hst) dan Efektivitasnya pada Lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)		Efektivitas (%)	
	Luhak Nan Duo	Kinali	Luhak Nan Duo	Kinali
B	11,05 a	11,59 a	8,55	5,08
C	10,55 a	11,79 a	3,63	6,89
A	10,52 a	11,53 a	3,34	4,53
D	10,50 a	11,43 ab	3,14	3,63
E	10,18 a	11,03 b	0,00	0,00
KK =	5,91 %	2,55 %		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMRT pada taraf 5%.

c. Berat tongkol berkelobot

Hasil analisis terhadap pengamatan berat tongkol berkelobot tanaman jagung di Kec. Luhak Nan Duo memperlihatkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar mampu meningkatkan berat tongkol berkelobot jagung dengan efektivitas paling tinggi dari perlakuan lainnya yaitu 31,20% (Tabel 9 dan Lampiran 6g).

Hasil analisis pengamatan berat tongkol berkelobot tanaman jagung pada lahan di Kec. Kinali menunjukkan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar, dan 3 minggu pada suhu kamar memperlihatkan berat tongkol berkelobot tertinggi dengan efektivitas yaitu 48,34% dan 44,19%, efektivitas terendah yaitu *B. subtilis* dalam formula tepung penyimpanan 1 minggu pada suhu kamar dengan efektivitas 12,98% (Tabel 9 dan Lampiran 7g).

Tabel 9. Berat Tongkol Berkelobot pada Tanaman Jagung di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali Serta Efektivitasnya

Perlakuan	Berat Tongkol Berkelobot (gram)		Efektivitas (%)	
	Luhak Nan Duo	Kinali	Luhak Nan Duo	Kinali
B	534,56 a	537,83 a	31,20	48,34
C	527,20 a	522,23 a	29,48	44,19
D	485,44 a	444,66 b	19,16	22,93
A	393,61 b	409,15 b	3,44	12,98
E	407,08 b	362,18 c	0,00	0,00
KK =	7,42%	5,86%		

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji DNMR pada taraf 5%.

B. Pembahasan

Viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 1 minggu pada suhu kamar memperlihatkan viabilitas yang paling tinggi yaitu 17×10^7 CFU/g. Tingginya viabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 1 minggu pada suhu kamar, disebabkan ketersediaan nutrisi yang ada di dalam formula tepung selama penyimpanan, semakin lama disimpan maka kerapatan populasi *B. subtilis* semakin menurun, hal ini juga di pengaruhi oleh nutrisi dan kemampuan hidup dari *B. subtilis* selama penyimpanan. Di dalam penyimpanan, bakteri mendapat nutrisi dari bahan organik seperti tepung tapioka. Tepung tapioka merupakan bahan pembawa (*carrier*) biopestisida yang potensial yang dapat meningkatkan populasi *B. subtilis*. Suprati (2005) melaporkan bahwa di dalam tepung tapioka terdapat karbohidrat sebesar 86,9%, protein 0,5%, lemak 0,3%, dan air 12%. Karbohidrat yang cukup tinggi dapat digunakan oleh *B. subtilis* sebagai sumber karbon. Selanjutnya Soesanto (2008) melaporkan agensia pengendalian hayati yang diformula dalam bentuk tepung yang disimpan dalam kondisi ruang simpan yang tidak sesuai (lembab dan tidak ada ventilasi udara) maka akan menyebabkan terjadi penggumpalan atau pelekatan tepung, dan berpengaruh terhadap daya tahan hidup mikroba. Selain faktor suhu, lama penyimpanan juga berpengaruh terhadap viabilitas *B. subtilis*. *B. subtilis* yang disimpan selama 4 minggu pada suhu kamar memperlihatkan terjadinya penurunan viabilitas paling rendah yaitu 12×10^7 CFU/g. Semakin lama disimpan

daya viabilitas *B. subtilis* semakin menurun, hal ini disebabkan berkurangnya nutrisi yang terdapat pada formula tersebut. Menurut Soesanto (2008) bahwa semakin panjang waktu simpan agens hayati, semakin menurun daya tahan hidupnya berkaitan dengan nutrisi yang dibutuhkan.

Isolat *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda berpengaruh terhadap saat muncul gejala pertama. Semua *B. subtilis* dalam formula tepung dapat memperlambat muncul gejala serangan *Pnss* pada tanaman jagung. Hal ini membuktikan bahwa terjadi interaksi antara *B. subtilis* dengan *Pnss*, dimana *B. subtilis* dapat mengendalikan patogen sehingga dapat menekan munculnya gejala pertama. Khairul *et al* (2001) melaporkan bahwa aktivitas *B. subtilis* yang hidup dan berkembang di daerah rizosfer tanaman bersifat agresif dalam mengkolonisasi akar menggantikan tempat mikroorganisme patogen. Kemudian, Habazar dan Yaherwandi (2006) melaporkan bahwa perkembangan agen antagonis yang lebih cepat menyebabkan patogen tidak mempunyai peluang untuk tempat hidupnya. Selanjutnya Syatrawati (2008) juga melaporkan kehadiran agen antagonis dapat memperlambat kontak dan penetrasi patogen terhadap inangnya, hal ini terjadi karena patogen harus bersaing dengan agen antagonis, persaingan tersebut dapat terjadi terhadap ruang dan makanan. Pada kontrol juga terdapat gejala serangan *Pnss*. Hal ini diduga benih yang digunakan juga telah terinfeksi oleh *Pnss*, karena benih yang digunakan merupakan varietas yang rentan terhadap *Pnss* dan bersifat *seedborne*. Selain bersifat *seedborne*, Khairul dan Rahma (2009) melaporkan kondisi lingkungan yang tidak sesuai kadang-kadang dapat mempengaruhi infeksi *Pnss* pada tanaman inang, seperti lewat tanah, pemakaian pupuk, dan temperatur.

Penekanan serangan *Pnss* oleh aktivitas *B. subtilis* dalam formula tepung dapat dilihat pada pengamatan persentase dan keparahan penyakit layu Stewart *Pnss*. Semua *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan pada waktu berbeda dapat menekan persentase tanaman dan keparahan penyakit layu Stewart. *B. subtilis* dalam formula tepung penyimpanan 2 minggu pada suhu kamar pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo merupakan formula terbaik dalam menekan persentase daun terserang 58,35% dan efektivitas 43,75% dalam menekan keparahan penyakit layu Stewart terserang 13,97% dan efektivitas 53,28%.

Selanjutnya pada lahan di Kec. Kinali penekanan persentase dan keparahan penyakit layu stewart lebih rendah ditunjukkan oleh *B. subtilis* dalam formula tepung penyimpanan 2 minggu pada suhu kamar, dengan persentase daun terserang 65,82% efektivitas 30,67% dan penekanan keparahan penyakit layu stewart 12,97% dengan efektivitas 58,36%. Vidhyasekaran (1997) mengemukakan bahwa lama simpan formula mempengaruhi efektivitasnya dalam mengendalikan penyakit tanaman.

Penggunaan *B. subtilis* dalam formula tepung yang diintroduksi pada benih jagung dan pertanaman jagung rata-rata mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, muncul bunga, dan berat tongkol berkelobot dibandingkan dengan tanpa perlakuan (kontrol). Hal ini mengindikasikan bahwa *B. subtilis* dalam formula tepung yang diaplikasikan pada tanaman jagung berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman jagung. Bentuk formula yang diaplikasikan pada tanaman jagung ternyata juga mempengaruhi peningkatan pertumbuhan jagung. Hal ini disebabkan karena *B. subtilis* selain sebagai agen antagonis juga bersifat PGPR yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Menurut Baugh *cit* Suryaningsih (2008) *B. subtilis* mengandung fitohormon seperti auksin, sitokinin, etilen, giberalin, dan asam absisat yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman. Introduksi *B. subtilis* dalam formula tepung kerapatan populasi 13×10^7 dan 15×10^7 CFU/g juga meningkatkan berat tongkol jagung. Hal ini mengindikasikan bahwa bahan *B. subtilis* dalam formula tepung yang diintroduksi dan diaplikasikan pada benih jagung dan pertanaman jagung berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil jagung.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. *B. subtilis* dalam formula tepung yang disimpan selama 2 minggu pada suhu kamar (26–30°C) merupakan formula yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam menekan perkembangan penyakit layu stewart dengan rata-rata efektivitas 45,86% pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo dan 45,30% di Kec. Kinali.
2. *B. subtilis* dalam formula tepung penyimpanan 2 minggu pada suhu kamar merupakan formula yang mempunyai kemampuan lebih baik dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung dengan rata-rata efektivitas 11,27% pada lahan di Kec. Luhak Nan Duo, dan 14,2% di Kec. Kinali.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan di lapangan untuk melihat stabilitas *B. subtilis* dalam formula tepung dengan menggunakan bahan pembawa yang lain dalam menekan perkembangan penyakit layu Stewart *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK. 1993. Teknik Bercocok Tanam Jagung. Penerbit Kanisus. Yogyakarta. 139 hal.
- Advinda, L. 2009. Tanggap Fisiologis Tanaman Pisang yang Diintroduksi dengan Formula *Pseudomonas flouresen* terhadap Blood Diseases Bacteria (BDB). [Disertasi]. Program Doktor Universitas Andalas Padang.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th eds. California Academic Press, Inc.
- Aspiras, R.B & A.R. Cruz. 1985. Potential biological control of bacterial wilt in tomato and potato with *Bacillus polymyxa* FU6 dan *Pseudomonas flourescens* pp. 89 – 92. In: Persley, G.J. (ed) Bacterial Wilt Disease in Asia and the South Pasific. Proceeding of an international workshop held at PCARRD. Los Banos, Philippines 8 – 10 October 1985. *ACIAR Proceeding* N0.13. Canvera, Australia.
- Badan Karantina Departemen Pertanian Republik Indonesia, 2008.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2012. Statistik Indonesia.
- BALITSEREAL. 2008. Deskripsi Varietas Unggul Jagung. Edisi Keempat. Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal).
- Bargabus, R.L., Zidack, N.K., Sherwood, J.W., and Jacosen, B.J. 2004. Screening for the identiication of potential biological agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. *Biological Control* 30: 342-350.
- Caesar, A.T., and Burr, T.J. 1991. Effect of conditioning, betaine, and sucrose on survival of rhizobacteria in powder formulations application. *Environ Microbiol* 57: 168-172.
- Chen, W.Y., Echandi, E. 1984. Effects of avirulent bacteriocin producing strain of *Pseudomonas solanacearum* on the control bacterial wilt. *Plant Pathology* 33: 245-253.
- Crop Protection Compendium. 2002. Distribution map for *Pantoea stewartii* subsp. *Stewartii*. Stewart's Wilt. <http://wwwl.cabicompendium.org/cpc/datasheet.asp>
- Dawes, I.W. and Mandelstam, J. 1970. Sporulation of *Bacillus subtilis* in Continuous Culture. *Journal of Bacteriology*. Vol.103, No 3 :529-535
- Direktorat Jendral Bina Produksi Tanaman Pangan. 2012. Program Pengembangan Produksi Jagung Nasional. Makalah disampaikan pada National Maize Research and Development Prioritization workshop 15 – 17 Mei 2002 di Malino Sulawesi Selatan.

- EPPO. 2006. Diagnostic *Pantoea stewartii* subsp. *Stewartii*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 36.
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. Raja Grafindo; Jakarta. 40 hal.
- Farlina, R. 2009. Stabilitas formula isolat bakteri Rhizoplan dalam penyimpanan dan kemampuannya Menekan Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*) pada Tanaman Bawang Merah. [Skripsi] Fak. Pertanian Univ. Andalas Padang.
- Graumann, P. 2007. *Bacillus*: Cellular and Molecular Biology. Caister Academic press.
- Habazar. T. 2005. Pemanfaatan dan pengembangan bakteri sebagai agens pengendalian hayati. Makalah dalam "Pelatihan Pertanian Berkelanjutan" Universita Andalas. Padang.
- Habazar dan Rivai, 2004. Bakteri Patogenik Tumbuhan. Padang. Andalas University Press: Padang. 333 hal
- Habazar, T. Dan Yaherwandi. 2006. Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan. Padang. Unand Perss. Padang: 390 hal.
- Habazar, T., Nasrun, Jamsari, dan Rusli I. 2008. Pola Penyebaran Penyakit Hawar Daun Bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv. *allii*) pada Bawang Merah dan Upaya Pengendaliannya Melalui Imunisasi Menggunakan Rizobakteria. Laporan Hasil Penelitian: Padang.
- Khairul.U, A. Hanafiah dan Aprianto. 2001. Pemanfaatan strain avirulen *Burkholderia solanacearum* (E.F.Smith) Yabuuchi *et al* untuk pengendalian penyakit layu bakteri pada tanaman cabai dan metoda aplikasinya. Laporan Penelitian Dana SPP/DPP Lembaga Penelitian Univ. Andalas Padang.
- Khairul. U. 2005. Analisis Keragaman Molekuler *Bacillus subtilis* Dengan Teknik RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) Dan Studi Potensi Antagonisnya Terhadap *Ralstonia solanacearum* (E.F.Smith) Yabuuchi *et al* Penyebab Penyakit Layu Pada Tanaman Cabai. Laporan Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti Depdiknas. Jakarta
- Khairul, U dan Rahma H. 2009. Pengelolaan penyakit layu Stewart : penyakit baru pada pertanaman jagung di Indonesia menggunakan biopestisida indegenus. Laporan Penelitian Hibah Strategis Nasional, Universitas Andalas Padang.
- Klement, Z, Rudolph, K, and Sand D. C. 1990. Methods In Phytobacteriology Akademia Kido. Budapest.

- Korsten, L. and Cook, N. 1996. Optimizing Culturing Conditions for *Bacillus subtilis*. South African Avocado Growers Association Yearbook. 19:54-58.
- Lakitan, B. 1995. Fisiologi Tumbuhan Dan Perkembangan Tanaman. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 218 hal.
- Luebker, L. 2003. Stewart's Wilt. Technical Resource. <http://www.iastate.edu> [12 Januari 2015].
- Machmud. M, 1985. Bacterial wilt in Indonesia. In Bacterial Wilt Disease in Asia and the South Pasific. *ACIAR Proceedings*. 13 : 30-34
- Moentono, M. 1993. Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Lingkungan Dalam Perwilayahan Produksi Jagung Di Lahan Kering. Makalah Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Jakarta. 23- 25 Agustus 1993.
- Movahedi S, and Waites W. 2000. A two dimensional protein gel electrophoresis study of the heat stress response of *Bacillus subtilis* cells during sporulation. *J Bacterio* 182.
- Nakkeeran, S., Fernando, W. G. D., and Siddiqui, Z. A. 2005. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Formulations and Its Scope in Commercialization for the Management of Pests and Disease Z. A. Siddiqui (ed.), *PGPR: Biocontrol and Biofertilization*, 257-296. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Nandakumar.R, Babu.S, Viswanathan.R, Sheela.J, Raguchander.T, and Samiyappan.R. 2001. A new bio-formulation containing plant growth promoting rhizobacterial mixture for the management of sheath blight and enhanced grain yield in rice. *Biocontrol*. 46: 493-510
- Pataky. E. 2003. "Stewart's Bacterial Wilt and Leaf Blight of Corn". Ohio State University Extension. 2021 Coffey Road, Columbus. 40 hal.
- Purnomo dan Rudi. 2005. Bertanam Jagung Unggul. Jakarta. Penebar swadaya. 63 hal.
- Rahma. H dan Armansyah 2008. Sebaran penyakit layu stewart di Sumatera Barat. Laporan penelitian Dosen Muda. Lembaga Penelitian Universitas Andalas Padang.
- Ratih. S. 2006. Lama penyimpanan pestisida organik formulasi cair berbahan aktif *Pseudomonas fluorescens* 6134 dan *Bs.* BBL0T <http://www.mistc/unila.ac.id/filelemlit/prosiding/prosidingI2006.pdf> [12 Januari 2015]
- Romeiro, W., Baker KF, Franks N, Holland J. 1997. Effect of *Bacillus subtilis* on increased growth of seedling in steamed and nontreated soil. *Phytopathology* 97:1027-1034.

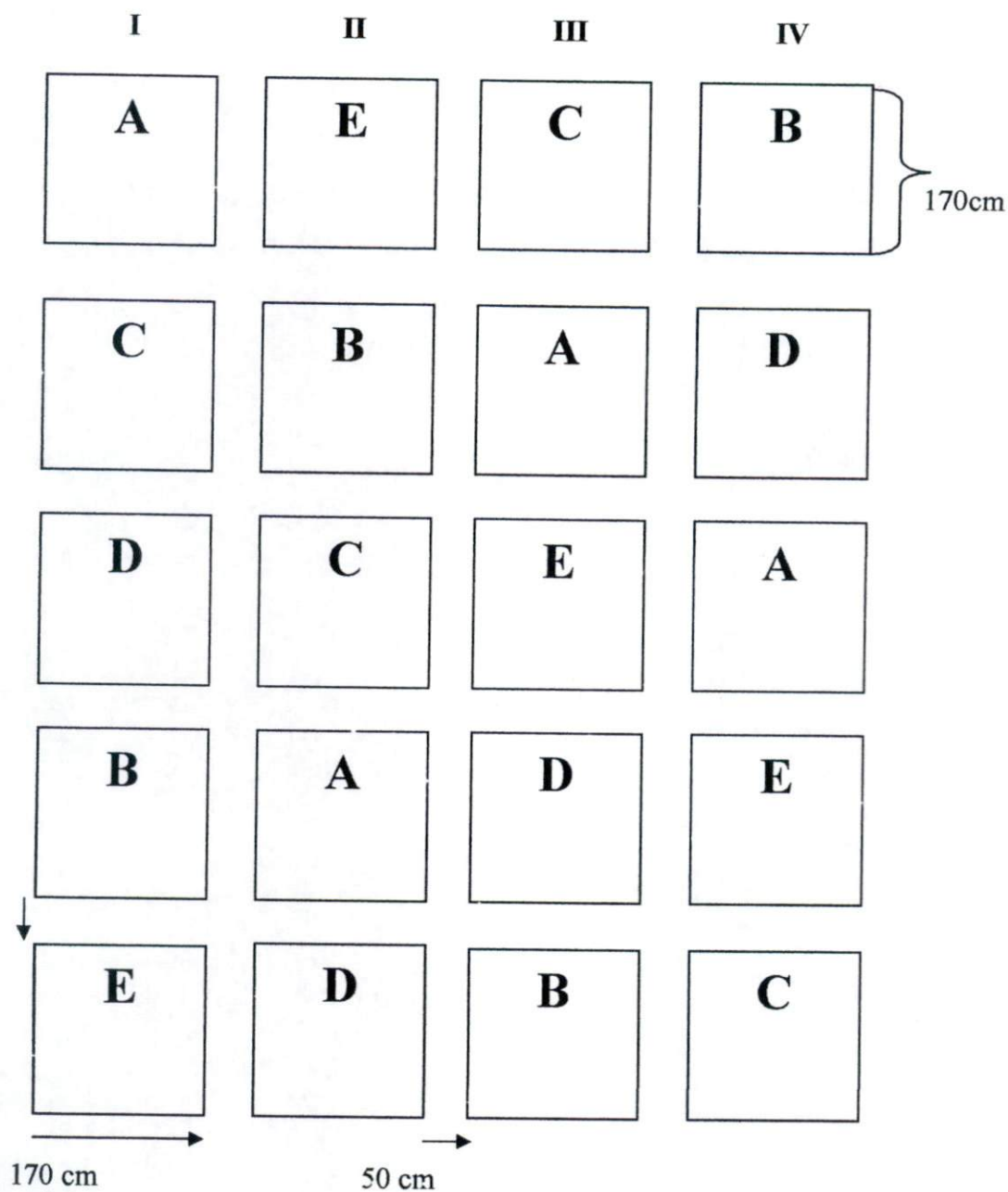
- Rivai, F. 2004. *Kehilangan Hasil Akibat Penyakit Tanaman*. Andalas University Press : Padang.
- Sabaratnam, S, and Traquair, J.A. 2002. Formulation of a *Streptomyces* biocontrol agent for the suppression of Rhizoctonia damping-off in tomato transplant. *Biological control* 23: 245-253
- Schaad, N. W. 1988. *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*. 2nd Ed. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota.
- Semangun, H. 2004. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta. Gajah Mada. University Press.
- Sestria, N. 2012. Stabilitas Formula *Bacillus subtilis* Isolat RZ₂L₂K Yang Disimpan Pada Waktu Dan Suhu Berbeda Dalam Pengendalian Penyakit Layu Dan Hawar Daun Stewart (*Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*) Pada Tanaman Jagung. [Skripsi] Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Shurtleff, M.C. 1980. *Compendium Of Corn Diseases*. Second Edition. Aps Press The America Phytopathological Society.
- Soesanto, L. 2008. *Pengantar Pengendalian Hayati Penyakit Tanaman*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Stack J, Chaky J, and Giesler L. 2006. Publication Wilt of Corn in Nebraska. <http://www.unl.edu/unpub/search/default.shtml>. [9 Januari 2015].
- Suprpti, L. 2005. *Tepung Tapioka. Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Suryaningsih, E. 2008. Bakteri Jadi Pestisida Aman. Jakarta. *Trubus* 458:156-157.
- Syamsuddin, 2003. Pengendalian penyakit terbawa benih (*Seed borne Disease*) pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L) menggunakan agens biokontrol dan ekstrak botani. http://www.tumoutou.net/702_07134/syamsudin.htm [15 Januari 2015].
- Syatrawati. 2008. Produksi Senyawa Biofungisida Berbahan Aktif *Gliocladium* sp. Pada Berbagai Medium Limbah Organik. *Jurnal Agrisistem*, Desember 2008. Vol.4 No.2. Politeknik Pertanian Negeri Pangkep.
- Thomas A. 2002. Stewart's Bacterial Wilt-Still a Problem After 107 Years. Department of Plant Pathology Cornell University Ithaca, NY 14853. (12 Januari 2015).
- Trivedi, P, Pandey, A, and Palni, L.M.S. 2005. Carrier-based Preparations of Plant Growth-Promoting Bacterial Inoculations Suitable for Use in Cooler Region. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 21: 941-945

- Vidhyasekaran *et al.*, 1997. Formulations of *Pseudomonas fluorescens* to control pigeonpea wilt. *Biological Control* 8: 166-171.
- Wilson, W.J., Wiedmann, M., Dillard, H.R., and Batt, C.A. 1994. identification of *Erwinia stewartii* by ligase chain reaction assay. *Appl. Environ. Microbiol.* 60:278-284
- Yang, X.B. 2000. More on Stewart's wilt. Integrated Crop Management. May 29, 2000. (12 Januari 2015).

Lampiran 1. Jadwal Penelitian Tahun 2013

No	Kegiatan Penelitian	Mei				Juni				Juli				Agustus				September			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Survei																				
2	Perbanyakan dan peremajaan <i>Bacillus subtilis</i>																				
3	Pembuatan formulasi tepung <i>Bacillus subtilis</i>																				
4	Pengolahan lahan																				
5	Pengadaan Benih																				
6	Introduksi benih jagung dengan <i>Bacillus subtilis</i> dan Penanaman Jagung																				
7	Pemeliharaan tanaman, Pengamatan dan Panen																				
8	Identifikasi <i>Pnss</i>																				
9	Pengolahan data																				

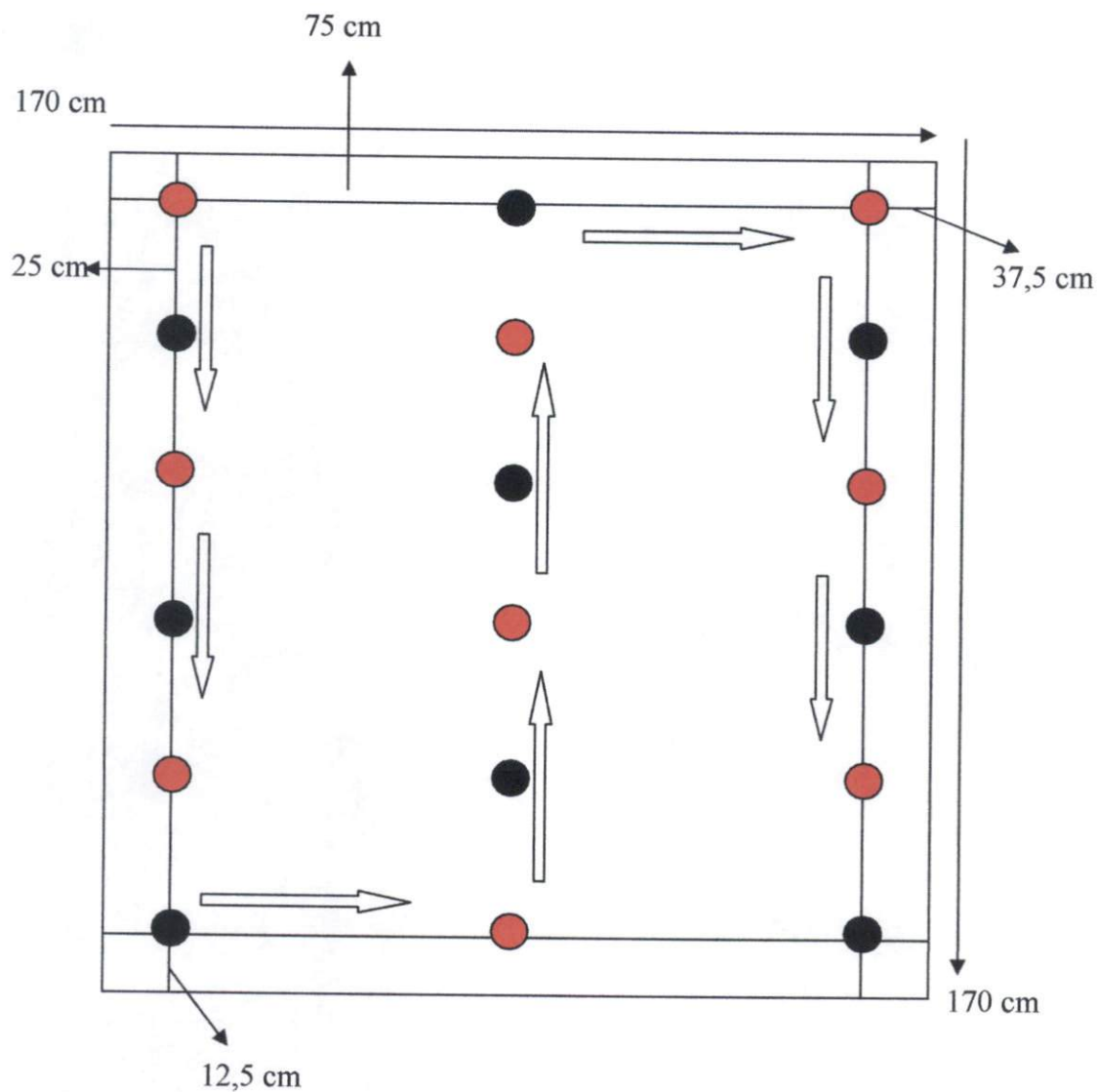
Lampiran 2. Denah Penempatan Perlakuan Di Lapangan Secara RAK



Keterangan :

Jarak tanam	= 75 cm x 25 cm
Jarak antar plot	= 50 cm
Panjang 1 plot	= 170 cm
Lebar 1 plot	= 170 cm
1 plot	= 18 lubang tanam
1 kelompok	= 90 lubang tanam
4 kelompok	= 360 lubang tanam

Lampiran 3. Penentuan Pengambilan Tanaman Sampel



Ket. ● = Tanaman dalam 1 plot

● = Tanaman yang dijadikan tanaman sampel

➡ = Arah pengambilan

Lampiran 4. Deskripsi Jagung Varietas *Sweet Boy*

Golongan varietas	: Hibrida silang tunggal F 2139 × M 2139
Umur mulai berbunga	: 52–59 hari setelah tanam
Umur mulai panen	: 69–82 hari setelah panen
Bentuk tanaman	: tegak
Tinggi tanaman	: 184 cm
Tinggi tongkol	: 89 cm
Kerebahan	: tahan
Batang	: hijau, kokoh
Warna daun	: hijau gelap
Bentuk daun	: agak terkulai
Bentuk malai (tassel)	: agak terkulai
Warna sekam (glume)	: hijau pucat
Warna malai (anther)	: kuning pucat
Warna rambut	: kuning
Ukuran tongkol	: panjang 18,9 cm ; diameter 4,8 cm
Berat pertongkol	: 338 gr
Jumlah tongkol pertanaman	: 1
Warna biji	: kuning cerah dan mengkilat
Baris biji	: Lurus terisi penuh
Jumlah baris biji	: 14 – 16 baris
Kadar gula	: 12,1° _{Brix}
Berat 1000 biji	: 124,5 gr
Hasil	: 18,0 ton/ha
Keterangan	: Beradaptasi baik di dataran rendah sampai sedang
Pengusul/Peneliti	: PT. Benihinti Suburintani/Nasib W. W, Putu Darsana dan Setio giri

Sumber : Balitsereal (2008)

Lampiran 5a. Pembuatan media NGA (*Nutrient Glucose Agar*)

Komposisi media NGA :

- | | |
|------------------|----------|
| - Ekstrak daging | 10 gr/l |
| - Glukosa | 2,5 gr/l |
| - Peptone | 5 gr/l |
| - Agar | 15 gr/l |

Semua bahan dicampur dengan 1000 ml akuades dan di panaskan, selanjutnya disterilkan dalam otoklaf pada temperatur 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit.

Lampiran 5b. Pembuatan media *Luria Bertani* (LB)

Komposisi media LB :

- | | |
|-----------------|---------|
| - Trypton | 10 gr/l |
| - Yeast ekstrak | 5 gr/l |
| - NaCl | 10 gr/l |

Lampiran 5c. Pembuatan media *Tryptic Soybean Agar* (TSA)

Komposisi media TSA :

- | | |
|---------------|---------|
| - Trypton | 15 gr/l |
| - Soya pepton | 5 gr/l |
| - NaCl | 5 gr/l |
| - Agar | 15 gr/l |

Sumber : Klement *et al* (1990)

Lampiran 6. Sidik Ragam Masing-Masing Pengamatan di Kec. Luhak Nan Duo

a. Masa inkubasi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	20,000	5,00000	0,97 ^{NS}	3,26
Sisa	12	62,000	5,16667		
Total	19	103,750			
KK	19,34%				

b. Persentase Tanaman Terserang *Pnss*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	3000,77	750,19	5,83*	3,26
Sisa	12	1543,22	128,60		
Total	19	7630,41			
KK	35,20%				

c. Persentase Daun Terserang *Pnss*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	1400,58	350,145	3,92*	3,26
Sisa	12	1071,41	89,284		
Total	19	2484,01			
KK	13,69%				

d. Keparahan Penyakit Layu Stewart *Pantoea stewartii*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	589,62	147,404	3,20*	0,0526
Sisa	12	553,02	46,085		
Total	19	1199,64			
KK	15,27%				

e. Tinggi Tanaman

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	712,65	178,161	1,25 ^{NS}	3,26
Sisa	12	1715,12	142,927		
Total	19	3759,49			
KK	6,72%				

f. Jumlah Daun

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	1,56637	0,39159	1,00 ^{NS}	3,26
Sisa	12	4,68355	0,39030		
Total	19	6,53642			
KK	5,91%				

g. Berat Tongkol Berkelobot

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	69888,2	17472,0	14,40*	3,26
Sisa	12	14563,4	1213,6		
Total	19	87520,2			
KK	7,42%				

Keterangan : * = Berbeda Nyata

NS = Berbeda Tidak Nyata

Lampiran 7. Sidik Ragam Masing–Masing Pengamatan di Kec. Kinali

a. Masa inkubasi *Pantoea stewartii* subsp. *stewartii*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	25,3000	6,32500	1,81 ^{NS}	3,26
Sisa	12	41,9000	3,49167		
Total	19	90,5500			
KK	17,22%				

b. Persentase Tanaman Terserang *Pnss*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	1950,96	487,740	3,89*	3,26
Sisa	12	1506,07	125,506		
Total	19	5284,18			
KK	38,78%				

c. Persentase Daun Terserang *Pnss*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	863,37	215,842	2,00 ^{NS}	3,26
Sisa	12	1292,63	107,719		
Total	19	2225,57			
KK	13,64%				

d. Keparahan Penyakit Layu Stewart *Pantoea stewartii*

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	763,82	190,955	8,07*	0,0021
Sisa	12	283,96	23,664		
Total	19	1155,92			
KK	31,57%				

e. Tinggi Tanaman

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	1987,65	496,913	2,23 ^{NS}	3,26
Sisa	12	2670,17	222,514		
Total	19	6043,52			
KK	6,88%				

f. Jumlah Daun

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	1,27677	0,31919	3,71*	3,26
Sisa	12	1,03119	0,08593		
Total	19	4,78270			
KK	2,55%				

g. Data Berat Tongkol Berkelobot

	Db	JK	KT	Fhit	F Tabel 5%
Perlakuan	4	88824	22206,1	31,17*	3,26
Sisa	12	8548	712,3		
Total	19	102188			
KK	5,86%				

Keterangan : * = Berbeda Nyata

NS = Berbeda Tidak Nyata

Lampiran 8. Langkah-Langkah Dalam Membuat Larutan McFarland

McFarland	BaCl ₂ (ml)	H ₂ SO ₄ (ml)	108 cell.ml-1
1	0,1	9,9	3,0
2	0,2	9,8	6,0
3	0,3	9,7	9,0
4	0,4	9,6	12,0
5	0,5	9,5	15,0
6	0,6	9,4	18,0
7	0,7	9,3	21,0
8	0,8	9,2	24,0
9	0,9	9,1	27,0
10	1,0	9,0	30,0

Sumber : Klement *et al* (1990)

Lampiran 9. Rekapitulasi Rata-Rata Efektivitas *B. subtilis* Dalam Formula Tepung

1. Viabilitas *B. subtilis* Dalam Formula Tepung Setelah Disimpan Pada Waktu Berbeda

Perlakuan	Viabilitas <i>B. subtilis</i> pada Tepung
A	17×10^7
B	15×10^7
C	13×10^7
D	12×10^7

2. Perkembangan Penyakit Layu Stewart Pada Lahan Di Kec. Luhak Nan Duo

Perlakuan	Masa inkubasi <i>Pnss</i>	Persentase Tanaman Terserang (%)	Persentase Daun Terserang (%)	Keparahan Penyakit Layu (%)	Rata-Rata
A	2,32	47,38	24,91	44,01	29,65
B	23,26	63,16	43,75	53,28	45,86
C	16,28	57,90	27,63	38,09	34,97
D	6,97	26,32	19,66	31,47	21,10
kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

3. Perkembangan Penyakit Layu Stewart Pada Lahan Di Kec. Kinali

Perlakuan	Masa inkubasi <i>Pnss</i>	Persentase Tanaman Terserang (%)	Persentase Daun Terserang (%)	Keparahan Penyakit Layu (%)	Rata-Rata
A	7,69	52,95	9,48	42,25	28,09
B	33,33	58,83	30,69	58,36	45,30
C	10,26	47,07	16,72	38,23	28,07
D	5,15	35,30	12,70	21,70	18,71
kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

4. Pertumbuhan Tanaman Pada Lahan Di Kec. Luhak Nan Duo

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Berat Tongkol Berkelobot	Rata – Rata
A	4,57	3,34	3,44	2,95
B	10,72	8,55	31,20	11,27
C	7,29	3,63	29,48	8,66
D	7,12	3,14	19,16	6,27
kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00

5. Pertumbuhan Tanaman Pada Lahan Di Kec. Kinali

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Berat Tongkol Berkelobot	Rata – Rata
A	8,68	4,53	12,98	6,23
B	12,23	5,08	48,34	14,2
C	11,74	6,89	44,19	13,5
D	10,37	3,63	22,93	7,68
kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00

Lampiran 10. Gejala Penyakit Layu Stewart *Pnss*.

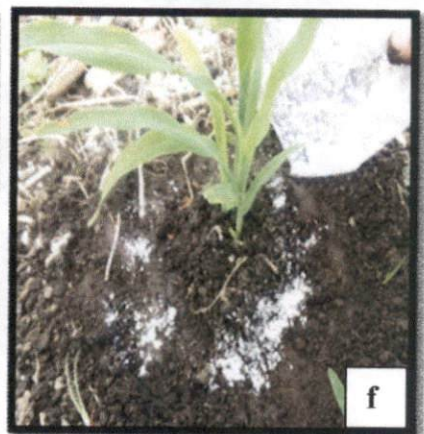
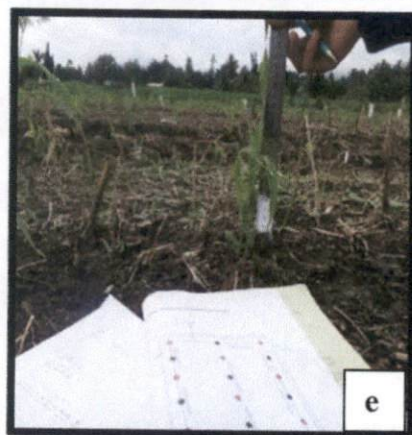
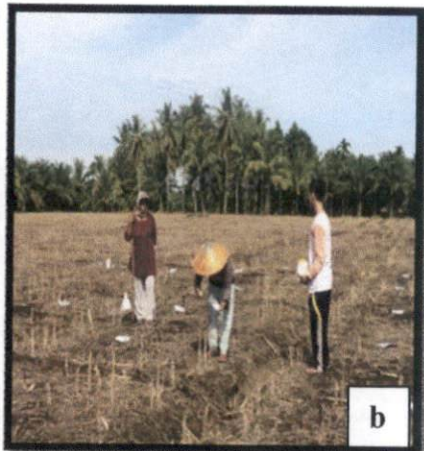


Gambar 5. Gejala penyakit layu stewart *Pnss*.

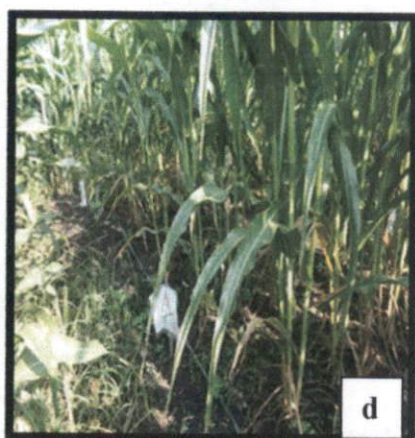
Penyakit layu stewart pada tanaman jagung disebabkan oleh bakteri *Pnss* merupakan penyakit penting dan baru di Indonesia. Serangan penyakit stewart terdiri dari 2 fase : pertama terjadi pada tanaman muda, kedua terjadi pada tanaman dewasa setelah munculnya malai. Fase pertama terjadi saat perumbuhan 2 – 5 helai daun, bakteri memperbanyak diri dalam pembuluh xilem daun dan batang. Pada tanaman muda luka *water soaking*. Daun memperlihatkan garis hijau pucat sampai kuning. Fase kedua dari penyakit stewart terjadi setelah munculnya malai. Infeksi hanya bersifat lokal (Yang, 2000). Umumnya gejala berupa lesio pada daun, lesio berupa goresan hijau sampai kuning dengan pinggiran yang tak beraturan dan bergelombang di sepanjang tulang daun dan juga diseluruh permukaan daun. Pada beberapa kasus, permukaan daun akan kering dan mati dengan gejala seperti kekurangan nutrisi. Pada fase kedua tidak terjadi layu seperti pada fase pertama (Shurtleff, 1980; Yang, 2000; Thomas, 2002; Luebker, 2003; Pataky, 2003).

Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian Di Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

a. Lahan Di Kec. Luhak Nan Duo



b. Lahan Di Kec. Kinali





BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA STASIUN KLIMATOLOGI KLAS II SICINCIN PADANG

Jalan Raya Padang - Bukittinggi KM. 51 Sicincin 25584 Telp. (0751) 675100, 676848

Fax. (0751) 675100 e-mail: staklim_scn@yahoo.com

Data Curah Hujan Kabupaten Pasaman Barat Tahun 2013

Kec. Luhak Nan Duo dan Kec. Kinali

POS HUJAN	BULAN		
	JUL	AUG	SEP
Sei Talang	220	394.5	254.5
Kinali	87	102	331

Keterangan :

- Curah hujan dalam satuan milimeter (mm)

Sicincin, 17 Januari 2014

Staf Pengolah Data dan Informasi



[Signature]
Fitri Adi Suryanto

NIP. 198904292010121001